

PERBAIKAN TANAH DAN ALTERNATIF PERENCANAAN PONDASI CHIMNEY DI PROYEK PABRIK NIKEL BALURAN SITUBONDO

Restu Eko Prabowo, Suwarno dan Indrasurya

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: suwarno.surabaya@gmail.com

Abstrak— Pada proyek pembangunan pabrik nikel perlu dibangun pondasi chimney sebagai salah satu instrument pendukung Power Plant di pabrik tersebut. Tanah dilokasi pembuatan pabrik relative jelek dan memiliki elevasi yang berbeda beda Untuk itu perlu konstruksi timbunan agar memiliki elevasi yang sama. Tanah dasar di bawah timbunan ini adalah jenis tanah lempung lembek. Melihat kondisi tanah seperti itu maka dapat diketahui bahwa tanah dasarnya mempunyai daya dukung rendah, pemampatan yang besar, dan koefisien permeabilitas yang kecil. Sedangkan konstruksi timbunan itu sendiri juga beresiko mengalami kelongsoran karena beban timbunan yang melampaui kemampuan tanah dasar dalam memikul beban. Untuk menghindari terjadinya kelongsoran, maka perlu dilakukan pemasangan perkuatan. Sedangkan untuk mempercepat proses konsolidasi perlu dipasang PVD.

Pada tugas akhir ini akan direncanakan 2 alternatif system perbaikan tanah untuk perencanaan timbunan. Alternative pertama yaitu preloading yang dikombinasikan dengan Prefabricated Vertical Drain (PVD) dan geotextile.. Untuk perencanaan poer tiang pancang direncanakan mempunyai ketebalan 2 meter. Pondasi yang digunakan dalam perencanaan ini adalah pondasi tiang pancang.

Dari hasil perhitungan, didapatkan bahwa PVD yang digunakan adalah PVD jenis “CeTeau-Drain CT-D822” dengan spesifikasi lebar : 100 mm dan ketebalan : 4 mm. Pola pemasangan yang dipilih adalah pola segitiga dengan jarak 0.75 meter. Untuk perkuatan dengan geotextile, digunakan geotextile Sv 0.5 meter. Untuk perencanaan poer direncanakan dimensi poer selebar 28x28x2 meter yang ditopang pondasi tiang pancang diameter 0.6 m sebanyak 100 buah dengan kedalaman 20 meter dan 121 buah diameter 0,5 kedalaman 26 m.

Kata kunci: Chimney, Timbunan, Geotxtile, , Prefabricated Vertical Drain (PVD), Settlement,.

I. PENDAHULUAN

Pada masa sekarang ini banyak sekali pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang menggunakan chimney (cerobong asap) sebagai tempat penyimpanan hasil-hasil pembuangan dari pembakaran batubara. Pengertian dari Chimney sendiri adalah suatu tempat penyimpanan hasil-hasil pembuangan bahan atau material yang berupa butiran-butiran abu batubara (fly ash) yang berbentuk silinder atau tabung. Chimney terbuat dari beton dan ada juga terbuat dari baja. Untuk menopang Chimney dengan tinggi 210 m dan diameter bawah 26 m maka diperlukan suatu pondasi yang mampu menopang baban sebesar itu.

Salah satu pengembangan pabrik nikel yaitu membuat smelter dengan yang mengubah barang mentah nikel menjadi barang setengah jadi maka dibangunlah smelter di daerah Baluran Situbondo. Pabrik ini terdiri dari beberapa wilayah pabrik antara lain wilayah pabrik seluas 100 ha, wilayah Smelter seluas 30 ha dan Power Plant seluas 39 ha. Jenis tanah dilokasi pembangunan pabrik terdiri dari jenis tanah lempung lunak dan pasir.

Chimney ini terdapat di lingkup power plant dengan luas 39 ha. Berdasarkan data hasil pengujian tanah N-SPT yang di lakukan dilokasi proyek jenis tanah dasar pada lokasi ini yaitu lanau kelempungan dengan letak kedalaman medium stiff pada kedalaman 10 m. Kawasan Power Plant ini ini terletak diatas lahan yang dahulunya persawahan dengan lebar 250 m dan panjang 1560 m, seluruh daerah persawahan tersebut akan ditimbun . Oleh karena itu perlu diadakan perbaikan tanah terlebih dahulu. Alternatif perbaikan tanah yang digunakan yaitu dengan cara menimbun dengan tanah yang kualitas nya bagus setinggi 4 m.

Adapun hal hal yang perlu mendapat perhatian dalam perencanaan timbunan dan pondasi chimney yaitu

- 1) Kemungkinan terjadi kelongsoran di tepi timbunan . Hal ini disebabkan karena lapisan tanah dasar relatif sangat rendah
- 2) Kemungkinan adanya Consolidation Settlement atau penurunan konsolidasi akibat beban timbunan sediri
- 3) Berapa tinggi H initial dan H final timbunan?
- 4) Berapa lama waktu konsolidasi untuk pada tanah di lokasi tersebut?
- 5) Bila memerlukan PVD, berapa jarak dan bagaimana pola pemasangan PVD tersebut?
- 6) Bagaimana Kecepatan penimbunan dan tebal laisan penimbunan serta peningkatan daya dukung tanah?
- 7) Alternatif perbaikan tanah apa yang digunakan bila terjadi kelongsoran di tepi timbunan



- 8) Bagaimana Alternatif Perencanaan tiang pancang untuk mendukung beban Chimney)

Gambar 1.1 Layout Lokasi Perencanaan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Dapat merencanakan timbunan untuk memperbaiki kondisi tanah di lokasi proyek.
2. Dapat mengatasi apabila terjadi kelongsoran pada timbunan.
3. Dapat merencanakan alternatif pondasi chimney.

Dalam penulisan proposal tugas akhir ini penulis membatasi bahasan pada hal-hal berikut ini :

1. Tidak menghitung biaya pembangunan chimney (cerobong asap) (RAB).
2. Data tanah yang digunakan adalah data Standart *Penetration Test* (SPT).

Adapun lokasi untuk proyek Pabrik Nikel ini terletak di Baluran Situbondo Jawa Timur

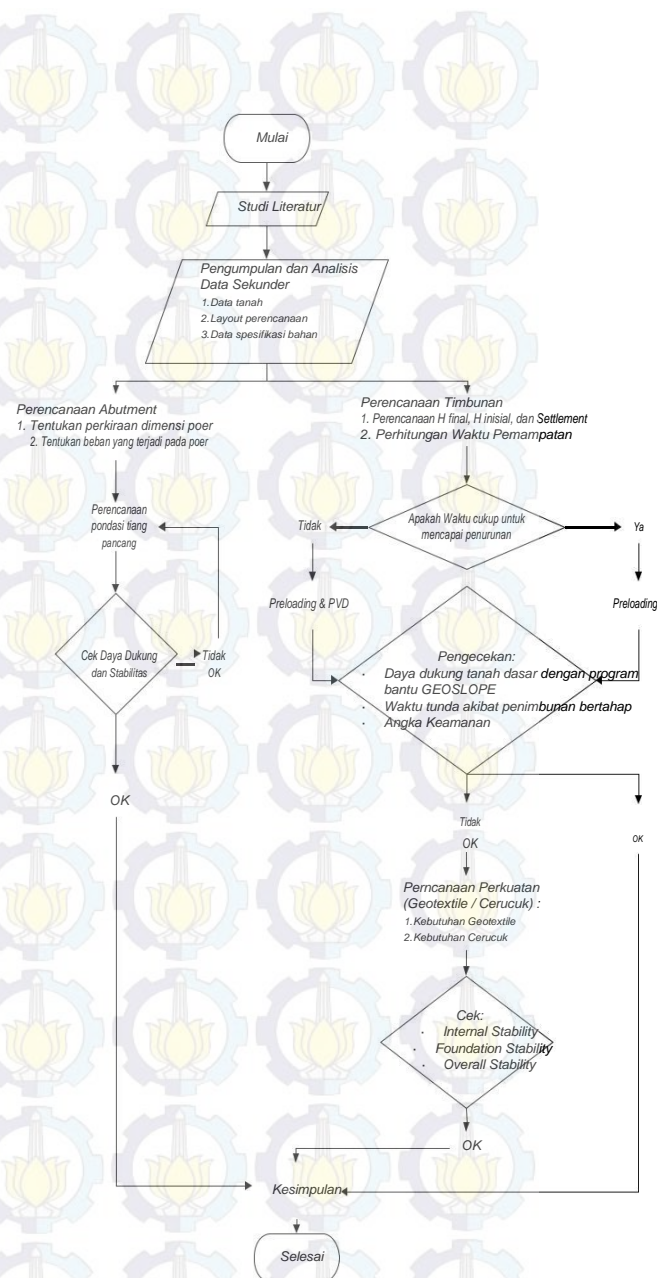


Gambar 1.2 Lokasi Proyek Pabrik Nikel Baluran Situbondo
Lokasi existing proyek Pabrik Nikel Baluran Situbondo ini merupakan tanah persawahan yang berada didekat pantai.

III. METODOLOGI

A. Bagan Alir Penyelesaian Tugas Akhir

Berikut ini adalah diagram alir dalam penulisan Tugas Akhir Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan Pondasi Chimney di Proyek Pabrik Nikel Situbondo



Gambar 3.1 Bagan alir pengerjaan tugas akhir

IV. DATA DAN ANALISA DATA

4.1 Data Chimney

Dalam perencanaan pondasi chimney data yang digunakan yaitu data analisa SAP yang diperoleh dari Jurnal

4.2 Data Tanah Timbunan

Data tanah dasar yang digunakan pada penyusunan

Tugas Akhir ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Proyek . Data tanah dasar yang didapatkan berupa Bore Log dan SPT dari hasil test laboratorium Adapun nilai data tanah adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Tanah Dasar

DEPTH (Meter)	VOLUMETRI + GRAVIMETRI									
	Gs	e	Sr (%)	Wc (%)	n	yt (gr/cc)	yd (gr/cc)	ysat (gr/cc)	Cc	Cv (cm2/dsk)
3.00	2.59	1.92	100.00	74.18	0.66	1.55	0.89	1.50	0.86	0.000320
4.00	2.58	1.78	100.00	68.80	0.64	1.61	0.95	1.60	0.79	0.000350
6.00	2.60	1.86	100.00	71.67	0.65	1.56	0.91	1.70	0.81	0.000380
8.00	2.63	1.49	100.00	56.68	0.60	1.70	1.09	1.62	0.62	0.000410
10.00	2.63	1.46	100.00	55.53	0.59	1.64	1.06	1.68	0.62	0.000440
12.00	2.66	1.27	100.00	47.86	0.56	1.71	1.16	1.90	0.52	0.000044
14.00	2.61	1.52	100.00	58.06	0.60	1.65	1.04	1.90	0.65	0.000475
16.00	2.68	1.51	100.00	56.58	0.60	1.73	1.10	1.90	0.60	0.000500
18.00	2.71	0.46	100.00	16.98	0.31	2.06	1.76	1.90	0.62	0.000540
20.00	2.69	1.20	100.00	44.50	0.54	1.77	1.22	1.90	0.49	0.000570
22.00	2.67	1.32	100.00	49.58	0.57	1.74	1.16	1.90	0.53	0.000600
24.00	2.64	1.48	100.00	56.00	0.60	1.64	1.05	1.90	0.61	0.000610
26.00	2.65	1.13	100.00	42.79	0.53	1.79	1.26	1.90	0.47	0.000615
28.00	2.68	0.93	100.00	34.73	0.48	1.85	1.36	1.90	0.42	0.000626
30.00	2.69	0.90	100.00	33.37	0.47	1.91	1.43	1.90	0.42	0.000630

Dengan menggunakan persamaan *Kosasih dan Mochtar* , 1997 diperoleh nilai Cc yang terdapat pada tabel 4.2

Adapun Nilai persamaan Cc yaitu :

$$Cc = 0,006 LL + 0,13 e_o^2 - 0,13$$

5.1 Perhitungan Beban

Sebelum merencanakan perhitungan tinggi timbunan awal, hal yang perlu dilakukan terlebih dahulu adalah menghitung beban-beban (q) yang akan diterima oleh tanah dasar. Beban-beban tersebut adalah :

- Beban akibat timbunan 4 m
- Beban akibat beban pabrik 15-20 kPa
- Beban Surcharge untuk menghilangkan secondary settlement di lokasi pondasi Chimney

5.1.1 Perhitungan Beban Akibat Timbunan 4 m

Perencanaan timbunan 4 m ini dilaksanakan pada seluruh lokasi proyek. Perencanaan Timbunan 4 m ini dilakukan untuk meninggikan lokasi eksisting proyek karena didakat pantai.

Ada pun hasil perhitungan total penurunan akibat beban timbunan 4 meter terdapat pada tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.1 Penurunan Total Akibat Timbunan 4 m

NO	Tebal Lapisan m	z m	e ₀	Cc	Cs	Timbunan Kanan										P ₁ +ΔP	Sc
						γ _{sat}	γ _a	γ'	P ₁	P ₂	q _p	B ₁	B ₂	α ₁	α ₂		
						t/m ²	t/m ²	t/m ²	t/m ²	t/m ²	t/m ²	m	m	radian	radian	t/m ²	m
1	1	0.5	1.92	0.86	0.171	1.500	1.000	0.500	0.250	2.250	6.80	15	8.00	0.0116	1.537	3.400	0.118
2	1	1.5	1.92	0.86	0.171	1.500	1.000	0.500	0.750	2.750	6.80	15	8.00	0.0345	1.471	3.399	0.073
3	1	2.5	1.92	0.86	0.171	1.500	1.000	0.500	1.250	3.250	6.80	15	8.00	0.0569	1.406	3.396	0.070
4	1	3.5	1.778	0.79	0.159	1.600	1.000	0.600	1.800	3.800	6.80	15	8.00	0.0782	1.342	3.391	0.057
5	1	4.5	1.778	0.79	0.159	1.600	1.000	0.600	2.400	4.400	6.80	15	8.00	0.0982	1.279	3.302	0.048
6	1	5.5	1.860	0.81	0.163	1.700	1.000	0.700	3.050	5.050	6.80	15	8.00	0.1167	1.219	3.366	0.042
7	1	6.5	1.86	0.81	0.163	1.700	1.000	0.700	3.750	5.750	6.80	15	8.00	0.1335	1.162	3.346	0.037
8	1	7.5	1.49	0.62	0.125	1.622	1.000	0.622	4.411	6.411	6.80	15	8.00	0.1484	1.107	3.320	0.029
9	1	8.5	1.49	0.62	0.125	1.622	1.000	0.622	5.033	7.033	6.80	15	8.00	0.1616	1.055	3.289	0.026
10	1	9.5	1.46	0.62	0.123	1.680	1.000	0.680	5.684	7.684	6.80	15	8.00	0.1729	1.006	3.254	0.023

Dari Hasil Perhitungan pada Tabel 5.1 diperoleh hasil total penurunan akibat timbunan 4 m yaitu sebesar 0,53 m

5.1.2 Perhitungan Beban Akibat Timbunan 4 m dan beban pabrik, beban pabrik diasumsikan 15 – 20 kPa

Beban akibat timbunan 4 m dan beban pabrik ini dilaksanakan pada lokasi lokasi yang akan dibangun bangunan pabrik yang menggunakan pondasi dangkal. Adapun Hasil

Untuk asumsi pembebanan untuk beban pabrik yaitu sebesar 15kPa – 20 kPa. Direncanakan mengasumsikan beban pabrik sebesar 20 kPa

$$H \text{ akibat beban pabrik} = \frac{q}{\gamma_{\text{tanah}}} = \frac{20}{17} = 1,176 \text{ m} = 1,2 \text{ m}$$

$$H \text{ awal} = 4 \text{ m} + 1,2 \text{ m} = 5,2 \text{ m}$$

Ada pun hasil perhitungan total penurunan akibat beban timbunan 4 meter dan bebabn pabrik terdapat pada tabel 5.2 dibawah ini.

Tabel 5.2 Penurunan Total Akibat Beban Timunan 4 m dan Beban Pabrik

NO	Tebal Lapisan	z	e_0	Cc	Cs	γ_{sat}	γ_a	γ'	P_1'	P_2'	Timbunan Kanan						$P_1 + \Delta P$	Sc
											q_p	B_1	B_2	α_1	α_2	ΔP		
m	m					t/m ²	t/m ²	t/m ²	t/m ²	t/m ²	m	m	m	radian	radian	t/m ²	m	
1	1	0.5	1.92	0.86	0.171	1.500	1.000	0.500	0.250	2.250	8.84	15	10.40	0.0136	1.537	4.420	0.149	
2	1	1.5	1.92	0.86	0.171	1.500	1.000	0.500	0.750	2.750	8.84	15	10.40	0.0407	1.471	4.419	0.114	
3	1	2.5	1.92	0.86	0.171	1.500	1.000	0.500	1.250	3.250	8.84	15	10.40	0.0670	1.406	4.416	0.085	
4	1	3.5	1.778	0.79	0.159	1.600	1.000	0.600	1.800	3.800	8.84	15	10.40	0.0933	1.342	4.409	0.079	
5	1	4.5	1.778	0.79	0.159	1.600	1.000	0.600	2.400	4.400	8.84	15	10.40	0.1161	1.279	4.398	0.069	
6	1	5.5	1.860	0.81	0.163	1.700	1.000	0.700	3.050	5.050	8.84	15	10.40	0.1382	1.219	4.381	0.060	
7	1	6.5	1.86	0.81	0.163	1.700	1.000	0.700	3.750	5.750	8.84	15	10.40	0.1584	1.162	4.358	0.053	
8	1	7.5	1.49	0.62	0.125	1.622	1.000	0.622	4.411	6.411	8.84	15	10.40	0.1765	1.107	4.329	0.042	
9	1	8.5	1.49	0.62	0.125	1.622	1.000	0.622	5.033	7.033	8.84	15	10.40	0.1926	1.055	4.293	0.038	
10	1	9.5	1.46	0.62	0.123	1.680	1.000	0.680	5.684	7.684	8.84	15	10.40	0.2067	1.006	4.252	0.035	

Penurunan Total Akibat Tinggi Timbunan Sebesar 5,96 0,734

PENURUNAN TOTAL AKIBAT TINGGI TIMBUNAN SEBESAR 5 m 0,734

Dari Hasil Perhitungan pada Tabel 5.1 diperoleh hasil total penurunan akibat timbunan 4 m dan bebab pabrik yaitu sebesar 0,734 m

5.1.3 Perhitungan Beban Akibat Timbunan 4 m dan beban surcharge untuk menghilangkan secondary settlement pada lokasi Chimney

Asumsi *Secondary settlement* akibat beban diatas nya yaitu sebesar 0,2 Sc akibat timbunan 4 m.

Sc akibat timbunan 4 m yaitu sebesar 0,53 m

Secondary settlement = 0,2 x Sc primary

$$= 0.2 \times 0,53 = 0.107 \text{ m}$$

Total Sc akibat primary dan secondary settlemen yaitu

$$Sc \text{ tot} = Sc \text{ p} + Sc \text{ s}$$

$$= 0,53 + 0,107 = 0,64$$

Untuk menghilangkan secondary settlement maka

dibutuhkan tambahan tinggi timbunan 0,65 m

$$H \text{ awal} = 4 \text{ m} + 0,65 \text{ m} = 4,65 \text{ m}$$

Tabel 5.3 Penurunan Total Akibat Beban Timbunan 4 m dan beban surcharge untuk menghilangkan secondary settlement pada lokasi Chimney

NO	Tebal Lapisan	z	e_0	C_c	C_s	γ_{sat}	γ_w	γ	P_1	P_2	Timbunan Kanan										P_2/P_1	S_c
											e_0	Δe	Δe	Δe	Δe	Δe	Δe	Δe	Δe	Δe		
1	1	0,5	1,92	0,86	0,071	1,500	1,000	0,500	0,250	2,250	7,91	15	9,30	0,0127	1,537	3,952	4,202	0,136				
2	1	1,5	1,92	0,86	0,071	1,500	1,000	0,500	0,750	2,750	7,91	15	9,30	0,0380	1,471	3,952	4,702	0,201				
3	1	2,5	1,92	0,86	0,071	1,500	1,000	0,500	1,250	3,250	7,91	15	9,30	0,0626	1,406	3,949	5,199	0,004				
4	1	3,5	1,778	0,79	0,059	1,600	1,000	0,600	1,800	3,800	7,91	15	9,30	0,0862	1,342	3,942	5,742	0,079				
5	1	4,5	1,778	0,79	0,059	1,600	1,000	0,600	2,400	4,400	7,91	15	9,30	0,1083	1,279	3,931	6,331	0,060				
6	1	5,5	1,660	0,81	0,163	1,700	1,000	0,700	3,050	5,050	7,91	15	9,30	0,1289	1,219	3,915	6,965	0,052				
7	1	6,5	1,48	0,81	0,163	1,700	1,000	0,700	3,750	5,750	7,91	15	9,30	0,1475	1,162	3,894	7,644	0,046				
8	1	7,5	1,48	0,82	0,125	1,622	1,000	0,622	4,411	6,411	7,91	15	9,30	0,1643	1,107	3,866	8,277	0,036				
9	1	8,5	1,48	0,82	0,125	1,622	1,000	0,622	5,033	7,033	7,91	15	9,30	0,1791	1,055	3,833	8,866	0,032				
10	1	9,5	1,46	0,82	0,123	1,600	1,000	0,600	5,684	7,684	7,91	15	9,30	0,1919	1,006	3,794	9,478	0,029				
PENURUNAN TOTAL AKIBAT TINGGI TIMBUNAN SEBESAR 5 m 0,647																						

Dari Hasil Perhitungan pada Tabel 5.3 diperoleh hasil total penurunan akibat timbunan 4 m dan dan beban surcharge untuk menghilangkan secondary settlement pada lokasi Chimney 0,64 m.

5.2 Perhitungan Stabilitas Lereng Timbunan Menggunakan GEOSLOPE

Dari perhitungan sebelumnya telah didapatkan tinggi untuk masing-masing tepi timbunan . Tahapan selanjutnya adalah menghitung stabilitas timbunan dengan cara melakukan pengecekan dengan menggunakan program GEOSLOPE Dari perhitungan angka keamanan dengan program GEOSLOPE didapatkan nilai 0,69 $SF < 1$ yang berarti kemungkinan terjadi longsor cukup besar.

5.3 Perhitungan Waktu Konsolidasi

Maka untuk mencari waktu yang diperlukan tanah untuk mencapai konsolidasi U 90% untuk sisi barat, adalah Jika, Hdr = 20 m, dan $Cv_{gab} = 0,001398$ maka :

$$Tv = 1,781 - 0,933 \log (100 - 90\%) \quad Tv = 0,848$$

$$t = \frac{T(H_{dr, gab})^2}{Cv_{gab}}$$

$$t = \frac{0,848(1000)^2}{0,000365}$$

$$t = 2325326311 \text{ detik}$$

$$1 \text{ minggu} = 604800 \text{ detik}$$

$$t = \frac{2325326311 \text{ detik}}{604800 \text{ detik}}$$

$$t = 73,74 \text{ tahun}$$

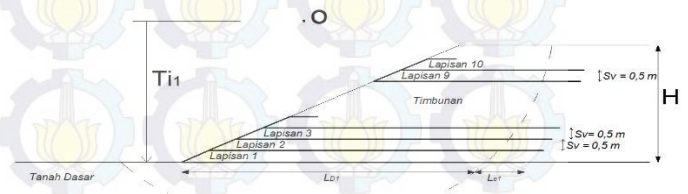
Sedangkan untuk sisi timur dengan perhitungan yang sama didapatkan waktu konsolidasi selama 73,74 tahun.

5.1.5 Perencanaan PVD

Pemilihan jarak pemasangan PVD dari, didasarkan pada pertimbangan waktu yang dijadwalkan proyek untuk menunggu proses konsolidasi mencapai 90%. Waktu yang dijadwalkan yaitu menggunakan PVD dengan pola pemasangan segitiga dengan jarak pemasangan PVD 0.75 m dengan waktu tunggu proses konsolidasi 90% selama 9 minggu.

5.1.6 Perencanaan Geotextile

Salah satu perkuatan tanah yang dapat digunakan adalah menggunakan *geotextile*. Perhitungan perencanaan *geotextile* arah melintang pada sisi barat dan sisi timur menggunakan *geotextile* STABILENKA 200/45 dan angka keamanan rencana (SF) sebesar 1,3. Setelah melalui proses perhitungan, didapatkan jumlah lembar *geotextile* yang terpasang sebanyak 7 lembar dengan ketebalan S_v 0.5 m

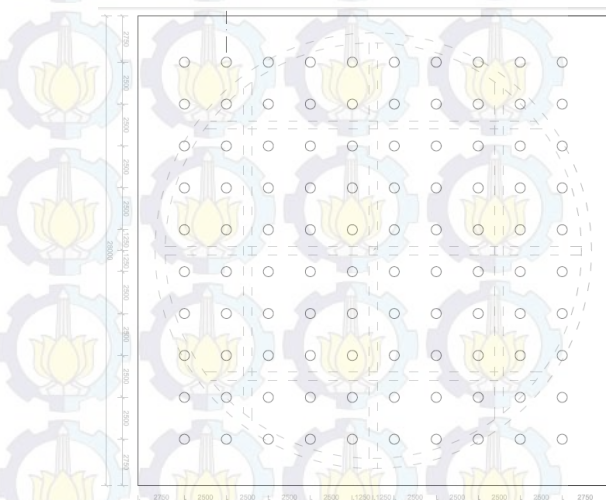


Gambar 5.3 Sketsa Pemasangan geotextile

6.2 Perencanaan Tiang Pancang

Pondasi yang digunakan dalam pembangunan silo ini di disain dengan menggunakan pondasi tiang pancang. Berikut spesifikasi tiang pancang yang digunakan adalah

Diameter	: 60 cm
Tebal	: 10 cm
Luas Penampang	: 1571 cm^2
Keliling Tiang Pancang	: $\pi \times d \times 21 = 39,58 \text{ m}$
Berat/meter	: 393 kg/m
Bending Momen	
Momen Crack	: 17 Ton.m
Ultimate	: 25.5 Ton.m
Allowable Axial Load	: 250 Ton



Gambar 6.2 Konfigurasi Tiang Pancang diameter 600 mm

Pada Gambar 6.2 Jarak antar pondasi tiang pancang yaitu 2500 mm.

Tabel 6.3 Gaya Akibat Beban Kombinasi

KOMBINASI	Gaya Dalam		
	P (Ton)	MY (Tm)	MX (Tm)
1.4 D	17469,41	0	0
1.2 D + E	14973,78	3047,5224	914,25672
1.2 D + 1.6 W	14973,78	117,2124	-

Tabel Gaya Akibat Beban Kombinasi ini diperoleh dari Hail aalisa SAP.

Tabel 6.4 Hasil Perhitungan Gaya pada Baris Terluar

Tiang	x(m)	y(m)	P(Ton)
1	11.25	11.75	158.470
2	8.75	11.75	156.993
3	6.25	11.75	155.515
4	3.75	11.75	154.038
5	1.25	11.75	152.560
6	1.25	11.75	152.560
7	3.75	11.75	154.038
8	6.25	11.75	155.515
9	8.75	11.75	156.993
10	11.25	11.75	158.470

$$P_{maks} = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_{xo} y_{max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_{yo} x_{max}}{\Sigma x^2}$$

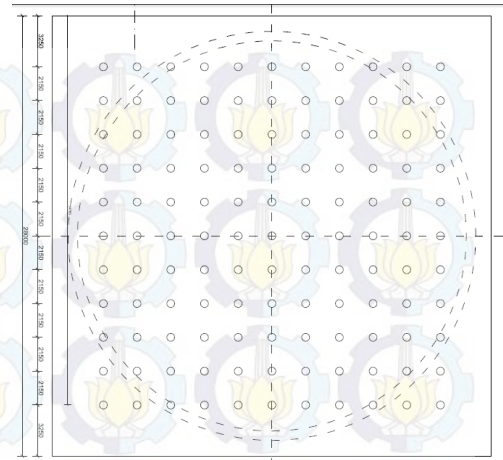
$$P_{maks} = \frac{14973,78}{100} + \frac{3047,5 \times 11,25}{5156,25} + \frac{914,2 \times 11,25}{5156,25} = 158,471 \text{ ton}$$

$$P_{min} = \frac{14973,78}{100} - \frac{3047,5 \times 11,25}{5156,25} - \frac{914,2 \times 11,25}{5156,25} = 141,38 \text{ ton}$$

Pada tiang pancang diameter 600 mm menggunakan konfigurasi 10 x 10 m dengan jarak antar tiang yaitu 2500 mm.

Pondasi yang digunakan dalam pembangunan Chimney ini di disain dengan menggunakan pondasi tiang pancang. Berikut spesifikasi tiang pancang yang digunakan adalah

Diameter	:	50 cm
Tebal	:	90 cm
Luas Penampang	:	1159 cm ²
Keliling Tiang Pancang	:	$\pi \times d \times 21 = 39.58 \text{ m}$
Berat/meter	:	290 kg/m
Bending Momen	:	
Momen Crack	:	17 Ton.m
Ultimate	:	25.5 Ton.m
Allowable Axial Load	:	185.3 Ton



Gambar 6.3 Konfigurasi Tiang Pancang diameter 500mm

Tabel 6.7 Hasil Perhitungan Gaya pada Baris Terluar

Tiang	x	y	P
1	10.75	10.75	131.365
2	8.6	10.75	130.193
3	6.45	10.75	129.022
4	4.3	10.75	127.850
5	2.15	10.75	126.679
6	0	10.75	125.507
7	2.15	10.75	124.336
8	4.3	10.75	123.165
9	6.45	10.75	121.993
10	8.6	10.75	120.822
11	10.75	10.75	119.650

$$P_{maks} = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_{xo} y_{max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_{yo} x_{max}}{\Sigma x^2}$$

$$P_{maks} = \frac{14973,78}{121} + \frac{3047,5 \times 10,75}{5336,1} + \frac{914,2 \times 10,75}{5336,2} = 131,65 \text{ ton}$$

$$P_{min} = \frac{14973,78}{121} - \frac{3047,5 \times 23,1}{29979,18} - \frac{914,2 \times 23,1}{29979,18} = 83,45 \text{ ton}$$

Pada tiang pancang diameter 500 mm menggunakan konfigurasi 11 x 11 m dengan jarak antar tiang yaitu 2150 mm.

6.3 Perencanaan Poer Pondasi Tiang Pancang

Perencanaan poer direncanakan berbentuk segi empat berikut dimensi dan spesifikasi bahan

Data Perencanaan Poer :

Dimensi Poer	= 28 x 28 x 2 m
Selimum Beton	= 70 mm
Ø Tulangan Utama	= 32 mm
Mutu Beton, (f_c')	= 35 MPa
F_c'	= 35 Mpa
F_y	= 420 Mpa

Menghitung Momen yang bekerja pada Poer Berdasarkan gambar 6.2 dan tabel 6.4, maka M max yaitu :

$$M_{Max} = P_1 \times 5 + P_2 \times 2.5$$

$$= 158,47 \times 5 + 156,993 \times 2.5$$

$$= 1184,83 \text{ Ton meter}$$

$$Mu = 1184,83 \times 10^6 \text{ N mm}$$

$$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{f_c' - 28}{7} \right) \times 0,005 = 0,85 - \left(\frac{35 - 28}{7} \right) \times 0,005 = 0,845$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= \frac{0,85 \times 0,845 \times 35}{420} \left(\frac{600}{600 + 420} \right) = 0,035$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,035 = 0,026$$

$$\rho_{\min} = 1,4 / f_y = 1,4 / 420 = 0,0033$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{420}{0,85 \times 35} = 14,118$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{1184,83 \times 10^6}{0,9} = 1316,48 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \times d^2} = \frac{1316,48 \times 10^6}{28000 \times 1914^2} = 1,283 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times Rn \times m}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{14,118} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,283 \times 14,118}{420}} \right)$$

$$= 0,0031 \quad \rho_{\min} = 0,0033$$

dipakai $\rho = 0,0033$

digunakan tulangan diameter D32-125 dengan $A_s = 6433,98 \text{ mm}^2$

$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$

$$= 0,0033 \times 1000 \times 1914$$

$$= 6380 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan D32-125 pada kedua sumbu

$$\text{Tulangan susut} = 0,002 \times 1000 \times 1914 = 3828 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan susut D25-125 dengan $A_s = 3926,99 \text{ mm}^2$

Hasi Akhir dari penelitian tugas akhir ini merupakan jawaban dari permasalahan yang ada pada bab awal tugas akhir ini

1. Tinggi timbunan 4 m diperoleh Settlement 5.23, Settlement Consolidation Akibat Timbunan dan beban Surcharge akibat pabrik sebesar 0,74, dan akibat beban surcharge untuk menghilangkan secondary settlement sebesar 0,647 m
2. Untuk perencanaan Konsolidasi Settlement memerlukan waktu 73.7 tahun, maka perlu direncanakan PVD untuk mempercepat proses consolidation settlement
3. Pola pemasangan PVD yang dipakai yaitu pola pemasangan segitiga dengan jarak 0.75 dan memerlukan waktu 9 minggu
4. Karena terjadi kelongsoran akibat beban timbunan sendiri maka diperlukan perbaikan tanah dengan menggunakan geotextile.

5. Alternatif perencanaan pondasi chimney menggunakan tiang pancang diameter 0.5 m dengan kedalaman 2 m dengan jumlah 121 tiang
6. Alternatif perencanaan pondasi chimney menggunakan tiang pancang diameter 0.6 m dengan kedalaman 20 m dengan jumlah 100 tiang
7. Dimensi Poer dari hasil perencanaan yaitu (28 x 28 x 2) m digunakan tulangan D32-125

7.2 Saran

Untuk dapat mencapai target pekerjaan yang diinginkan serta hasil yang maksimal, maka perlu digunakan alternatif perbaikan yang lebih cepat dalam pelaksanaannya serta dapat mendukung beban yang bekerja, maka dalam tugas akhir ini digunakan perkuatan berupa Geotextile. Dalam pelaksanaan pekerjaan instalasi Geotextile, perlu dilakukan pengawasan oleh ahli yang berpengalaman dalam hal instalasi Geotextile agar hasilnya sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bowles, J.E. 1991. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Jakarta : Erlangga.
- [2]. Das, Braja M., (translated by Mochtar N.E, and Mochtar I.B.). 1985. Mekanika Tanah (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid Jakarta: Erlangga.
- [3]. Das, Braja M., (translated by Mochtar N.E, and Mochtar I.B.). 1985. Mekanika Tanah (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid II. Jakarta: Erlangga.
- [4]. Wahyudi, Herman. 1999. Daya Dukung Pondasi Dalam. Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
- [5]. Mochtar, Noor Endah 2012. Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.